



TITLE:

強磁性細線中の磁壁ダイナミクス(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

吉村, 瑤子

CITATION:

吉村, 瑤子. 強磁性細線中の磁壁ダイナミクス. 京都大学, 2016, 博士(理学)

ISSUE DATE:

2016-03-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k19526>

RIGHT:

学位規則第9条第2項により要約公開

(続紙 1)

京都大学	博 士 (理 学)	氏名	吉村 瑤子
論文題目	強磁性細線中の磁壁ダイナミクス		
(論文内容の要旨)			
<p>本研究は強磁性体中の磁壁駆動現象に関するものである。磁壁駆動現象において、磁壁移動速度は磁壁ダイナミクスの解明につながる重要な物理量である。本論文では大別して2つの事項について報告している。どちらの研究課題も磁壁移動速度に着目し、磁壁ダイナミクスの解明を行っている。</p> <p>1つ目の研究課題は「垂直磁化Co/Ni細線における面内磁場下の磁壁電流駆動現象」である。本研究は断熱スピントランスファートルクが支配的な垂直磁化Co/Ni細線中の磁壁電流駆動に対する面内磁場の影響を明らかにすることを目的として行われた。面内磁場下の磁壁電流駆動実験を行った結果、面内磁場を強くすると磁壁移動速度が減少し、速度の減少し始める磁場は正負非対称であることが分かった。面内磁場は磁化困難軸方向の磁場であるため、磁場の正負によってその振る舞いが変わることは予想外の結果であった。この正負非対称性の起源を解明するために、磁壁内部の磁化の歳差時間に対する面内磁場の影響をシミュレーションにより調査した。シミュレーションと実験結果を比較検討することで、磁壁移動速度の面内磁場依存性に非対称性が生じる原因がPt中のスピンホール効果を起源とするスピンホールトルクにあることが分かった。本実験により、面内磁場を印加するとスピンホールトルクが磁壁の移動に影響を及ぼすことが示された。</p> <p>2つ目の研究課題は「ジャロシンスキー・守谷相互作用存在下の磁壁磁場駆動現象」である。本研究の目的は、ジャロシンスキー・守谷相互作用が磁壁磁場駆動現象に与える影響を明らかにすることである。本実験では、ジャロシンスキー・守谷相互作用が存在するCo/Ni細線を用いて、磁壁移動速度の外部磁場依存性を調査した。その結果、Walker磁場以上の広い磁場領域に渡って速度を一定に保ったまま磁壁が移動することが分かった。理論的には、磁壁移動速度は外部磁場に比例するため、速度一定の振舞いは予想外の結果であった。実際の細線は幅が広いので、二次元細線中の磁壁は複雑な構造をとる。このことを考慮し、二次元細線における磁壁磁場駆動についてシミュレーションを行った。その結果、二次元細線にジャロシンスキー・守谷相互作用が作用すると、Walker磁場以上の磁場下であっても、磁壁内部の平均磁化角度が時間に対して一定であることが分かった。さらに、磁壁内部の平均磁化角度が等しければ、磁壁移動速度も等しいことを見出した。磁壁の構造を変えずに磁壁が移動する様子は、形が変わらず進むソリトンに例えられる。観測された磁壁移動はソリトンの磁壁移動と見なすことができ、本実験により、ジャロシンスキー・守谷相互作用がある場合の二次元細線における磁壁が、ソリトンの磁壁移動をすることが示された。</p>			

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、「垂直磁化Co/Ni細線における面内磁場下の磁壁電流駆動現象」および「ジャロシンスキー・守谷相互作用存在下の磁壁磁場駆動現象」の2つの内容で構成されている。

まず、「垂直磁化Co/Ni細線における面内磁場下の磁壁電流駆動現象」では、面内磁場印加の下で、垂直磁気異方性を有するCo/Ni細線中の磁壁電流駆動実験が行われた。その結果、磁壁移動速度の面内磁場依存性にあたかもオフセット磁場が存在しているような正負非対称性が存在することを発見した。シミュレーションと実験結果を比較検討することで、磁壁移動速度の面内磁場依存性に非対称性が生じる原因がPt中のスピンホール効果を起源とするスピンホールトルクにあることが明らかとなった。本実験で用いたCo/Ni細線における磁壁電流駆動の移動機構は、断熱スピントランスファートルクが支配的である。しかし、面内磁場を印加した場合にのみ、スピンホールトルクが磁壁の移動に影響を及ぼすことが示された。これまでに、歳差運動を伴わずに磁壁が移動するsteady motionに対するスピンホールトルクの影響は数多く研究されているが、歳差運動を伴って磁壁が移動するprecessional motionに対するスピンホールトルクの影響は知られていなかった。本研究は、これまで知られていなかったprecessional motionに対するスピンホールトルクの影響を初めて実験的に明らかにしたという点で、磁壁電流駆動研究において大きな意義をもつ。

次に、「ジャロシンスキー・守谷相互作用存在下の磁壁磁場駆動現象」では、ジャロシンスキー・守谷相互作用が存在するCo/Ni細線を用いて、磁壁磁場駆動実験が行われた。その結果、Walker磁場以上の広い磁場領域に渡って速度を一定に保ったまま磁壁が移動することが分かった。この振る舞いは、従来から知られている磁壁移動機構では説明できない。従来移動機構との矛盾を解明するために、Walker磁場以上の磁場下における二次元細線中の磁壁移動についてシミュレーションが行われた。その結果、ジャロシンスキー・守谷相互作用による磁化構造のカイラリティと二次元細線中の磁壁構造に起因して、precessional motionが抑制され、磁壁内部の平均磁化角度が時間に対して一定であることが分かった。さらに、平均磁化角度が等しければ、磁壁移動速度も等しいことが分かった。このことは、磁壁移動速度が磁壁内部の磁化角度に依存して単純に速度が決定されるソリトンのような磁壁移動であることを意味している。これまで磁壁がソリトンのような運動をするのは、steady motionの領域だけであった。しかし、本研究により二次元の磁壁構造にジャロシンスキー・守谷相互作用が加わると、Walker磁場以上の磁場下でもソリトンのような磁壁移動をすることが明らかになった。本研究成果は、ジャロシンスキー・守谷相互作用がある場合の二次元細線における磁壁が、ソリトンのように振る舞うことを示しており、磁性分野に新たな観点を与えるものである。

よって、本論文は博士(理学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成28年1月12日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。

要旨公表可能日： 年 月 日以降